

# LE DEROULEMENT DES CYCLES AUTOUR DES PRE-AFFECTATIONS

---

Résumé :

Si la littérature scientifique sur la création de cycles abonde, il a eu peu d'intérêt dans le déroulement des cycles. Dans la majorité des situations, les cycles sont déroulés ou appliqués systématiquement.

Dans ce chapitre, nous décrivons notre travail de déroulement des cycles autour des pré-affectations comme des congés annuels. D'une part, il y a une volonté d'adhérer à un cycle, ce qui est mathématiquement précis. D'autre part, il y a le souhait de rendre le planning aussi humain que possible. Il était impératif de relaxer des contraintes de cycle, de déformer le déroulement du cycle suivant les départs programmés en congés annuels.

Nous proposons un modèle capable de couvrir une grande diversité de cycles de travail. Certains de ces cycles trouvent leur origine dans les centres pénitentiaires des pays européens voisins.

## 4.1 GENERALITES

Dans ce chapitre, nous étudions un aspect opérationnel de la planification cyclique. Réalisé pour le compte du Ministère de la Justice en 1999-2000, le projet vise la création automatique de planning basé sur des cycles de travail approuvés par l'administration pénitentiaire. L'objectif est de générer un planning annuel pour une ou plusieurs équipes d'agents de sécurité suivant un ensemble de paramètres prédéfinis.

Historiquement, les cycles journaliers ont été mis en œuvre depuis plusieurs décennies parce qu'ils sont souples : le cycle peut être rallongé ou raccourci facilement. Comme ils ne donnent que peu de repos le week-end, ils sont socialement inadaptés. Pour corriger ce défaut, les cycles hebdomadaires ont été créés, en prenant le cycle journalier de base et adaptant certains jours afin de fournir le personnel demandé avec un rythme de travail adéquat. Un acquis social est de fournir un repos hebdomadaire un week-end sur deux.

La base de cycles réglementaires contient 14 cycles, fruit de l'expérience sur le territoire français et fruit de collaboration avec des instances européennes. L'application visée doit dérouler ces cycles.

Nous présentons ici quelques éléments pour décrire une situation d'une grande complexité. Pour pourvoir un poste de travail en permanence 24H sur 24, sept jours sur sept et sur toute l'année, il faut en général 6 agents à plein temps. A un jour donné, 3 personnes travaillent le matin, soir et nuit, 1 en repos après travail de nuit, 1 en repos hebdomadaire et 1 en congés annuels. En France, on dispose de 30 jours de congés annuels légaux et 21 jours fériés, qui seront compensés par du repos. Donc une équipe de 6 agents aura  $6 \times 51 = 306$  jours d'absence à tour de rôle. Il en reste  $365 - 306 = 59$  jours où tous les agents sont présents et il y potentiellement trop de ressources par rapport aux besoins constants.

Les équipes de travail peuvent être organisées différemment. Suivant le cycle, on peut intégrer une ou plusieurs équipes volantes qui permettent de renforcer les effectifs

durant la journée, ce qui permet d'avoir une différence entre les effectifs du jour et de la nuit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
R <sub>1</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	Sp	Sp	Sp	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>
R <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	Sp	Sp	Sp	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>
R <sub>3</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	Sp	Sp	Sp	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
R <sub>4</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	Sp	Sp	Sp	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>
R <sub>5</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	Sp	Sp	Sp
R <sub>6</sub>	Sp	Sp	Sp	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>

  

R <sub>i</sub>	Sp	Sp	Sp	Sp	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	...	A <sub>L</sub>	A <sub>L</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
----------------	----	----	----	----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Figure 4.45. Intégration d'une équipe volante dans un cycle de 4 semaines ou un cycle de 5 jours

On peut envisager d'organiser les congés : *par équipe entière ou individuellement*. Dans le premier cas, toute l'équipe s'absente en même temps et peut être gérée comme une ressource unique. Dans le deuxième cas, un nombre adéquat d'agents au sein de chaque équipe prend ses congés. Suivant l'exemple de 6 agents pour 1 poste en permanence décrit ci-dessus, 1 agent parmi 6 prendra ses congés.

Les contraintes que nous énumérons au paragraphe 4.2 sont difficiles à satisfaire, et il nous paraît nécessaire d'utiliser une méthode de recherche arborescente pour aboutir à des plannings cohérents.

Le problème avec le déroulement systématique est certaines contraintes dures doivent être respectées. Par exemple la contrainte liée aux congés annuels : les dates étant prédéterminées d'avance, les vacances précédant le départ doivent être du repos hebdomadaire. Trouver des plannings satisfaisants est un problème complexe

- *Cycles Journaliers* : possibilité de rallonger/raccourcir le cycle
- *Cycles Hebdomadaires* : Glissement des congés, c'est à dire les avancer ou retarder d'une ou deux semaines au maximum, sauf pour les congés d'été.

Le déroulement des cycles

## 4.2 LA DEFINITION DU PROBLEME

Le problème du déroulement de cycles est défini par l'ensemble des contraintes présentées dans ce paragraphe. Nous supposons que les cycles sont légaux, nous n'exposons que les contraintes de déroulement.

### 4.2.1 Les contraintes de base

**Définition** : Une vacation  $S_i$  est un ensemble d'heures de travail légal.

#### 4.2.1.1 La contrainte de cycle

**Définition** : Un cycle de travail journalier est défini par une séquence de  $N$  codes de travail, où  $N$  n'étant pas un multiple de 7. Un code de travail  $D_i$  est une vacation  $S_i$ . On suppose que le cycle est légal au niveau du nombre d'heures travaillées, et on ne fait que dérouler les cycles. En conséquence, on peut ignorer les horaires précises de chaque vacation<sup>18</sup>, mais on fait l'hypothèse que le repos hebdomadaire est compris dans le cycle. Ici, la durée d'un code ou l'intervalle est un jour.

**Définition** : Un cycle de travail hebdomadaire est défini par une séquence de  $N$  codes de travail, chaque code  $W_i$  étant une séquence de vacations  $S_i$  pour chaque jour de la semaine. L'intervalle est la semaine.

$D_1$	$S_1$
$D_2$	$S_2$
$D_3$	$S_3$
$D_4$	$S_4$
$D_5$	$S_5$

	L	M	M	J	V	S	D
$W_1$	$S_1$	$S_1$	$S_5$	$S_5$	$S_3$	$S_3$	$S_3$
$W_2$	$S_5$	$S_5$	$S_1$	$S_1$	$S_5$	$S_5$	$S_5$
$W_3$	$S_3$	$S_3$	$S_5$	$S_5$	$S_1$	$S_1$	$S_1$
$W_4$	$S_5$	$S_5$	$S_3$	$S_3$	$S_5$	$S_5$	$S_5$

Figure 4.46. Exemple d'un cycle de 5 jours et un cycle de 4 semaines

**Définition** : Dans les deux cas,  $N$  est la période du cycle. Au bout de cet intervalle de temps, un salarié retrouve son planning de départ. Pour simplifier la description, Code  $i$  dénote  $D_i$  dans le cas du cycle journalier ou  $W_i$  dans le cas du cycle hebdomadaire.

Une ressource est affectée à un Code  $i$  puis au Code  $i+1$  à l'intervalle suivant. A la fin du cycle, on revient sur Code<sub>1</sub>. Pendant un intervalle quelconque, au moins une ressource doit être affecté à chaque code du cycle. L'utilisation de tels cycles sans des congés annuels est illustrée ci-dessous :

<sup>18</sup> Ex.  $S_1$ =matin,  $S_2$ =après midi,  $S_3$ =nuit,  $S_4$ =repos nuit et  $S_5$ = repos hebdomadaire

intervalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R <sub>1</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
R <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
R <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>
R <sub>4</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>

Figure 4.47. Application directe d'un cycle journalier de 5 jours pour 5 ressources. On obtient un planning hebdomadaire analogue en remplaçant les codes D<sub>i</sub> par W<sub>i</sub> : l'intervalle est une semaine.

*Contrainte de Cycle de période N : Chaque ressource est affectée successivement aux Code  $i$  puis Code  $i+1$ , et puis Code  $N$  au Code<sub>1</sub>. Code  $i$  est soit un code journalier  $D_i$  dans le cas des cycles journaliers, soit  $W_i$  pour les cycles hebdomadaires,  $N$  étant la période du cycle dans les deux cas.*

#### 4.2.1.2 La contrainte de charge

Chaque code du cycle est affecté à au moins une ressource au cours de chaque intervalle. Au niveau des charges, la somme des présences de tous les codes doivent satisfaire les besoins de l'intervalle. Plus précisément, pour les cycles journaliers, la somme des présences des vacations  $D_i$  doit couvrir les besoins de la journée. Pour les cycliques hebdomadaires, la somme des codes  $W_i$  (donc les présences de chaque jour de la semaine) doit couvrir les besoins de la semaine.

*Contrainte de charge : Pendant chaque intervalle de l'horizon, chaque code du cycle est affecté à au moins une ressource. Si deux ou plusieurs ressources sont affectées à un code, alors il y a surplus d'effectifs.*

Conséquence : pour éviter des surplus, on applique un cycle de période N toujours pour N ressources.

#### 4.2.1.3 La contrainte de repos journalier

Les salariés doivent avoir suffisamment de repos entre deux jours de travail. Par exemple, après une vacation de nuit se terminant vers 7 ou 8H du matin le lendemain, les salariés doivent avoir une journée de repos. Dans les cycles hebdomadaires, on suppose que cette contrainte est déjà respectée pour les vacations au sein de chaque code  $W_i$ . Lors du déroulement, on doit s'assurer que cette contrainte est respectée pour les vacations du dernier jour d'un  $W_i$  et le premier jour du code suivant  $W_{i+1}$ .

*Contraintes de repos journalier : Certains codes du cycle doivent suivre des codes spécifiques afin d'assurer suffisamment de repos journalier.*

De la même façon pour les cycles hebdomadaires, certains codes D<sub>i</sub> doivent suivre des codes spécifiques.

## Le déroulement des cycles

### 4.2.1.4 La contrainte de congé annuel

Les congés annuels seront considérés fixes, car ils sont attribués sur plusieurs années afin de permettre un départ en plein été pour chaque salarié. Or, dans le secteur tertiaire, les congés commencent le lundi et les salariés bénéficient du week-end précédent. La règle équivalente dans le travail continu est la suivante :

*Contrainte de congé annuel : Le jour précédent les congés annuels doit être le repos hebdomadaire. Inversement, le jour suivant les congés ne doit pas être le repos hebdomadaire.*

Cette contrainte peut être assurée par une contrainte de suite entre les vacances. Dans le cas des cycles hebdomadaires, les codes  $W_i$  avec des repos hebdomadaires en fin de semaine doivent précéder les congés. Les  $W_i$  avec des week-ends travaillés doivent suivre les semaines de congés.

Dans notre cas, la règle étant de fournir un week-end de repos sur deux, et seuls les codes pairs, par ex.  $W_{2i}$ , offrent du repos en week-end. En conséquence, il faut que les codes pairs précèdent les congés, cf. Figure 4.49.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
R <sub>1</sub>	S <sub>p</sub>	C <sub>A</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>									
R <sub>2</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	C <sub>A</sub>	??									
R <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
R <sub>4</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
R <sub>5</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
R <sub>6</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>

Figure 4.48. Application d'un cycle à 5 jours sur 21 jours avec un congé de 10 jours

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R <sub>1</sub>	Sp	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>
R <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>
R <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
R <sub>4</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>
R <sub>5</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>A</sub>

Figure 4.49. Application d'un cycle à 4 semaines sur 16 semaines avec un congé de 3 semaines

### 4.2.2 Les contraintes supplémentaires

- Contraintes lorsque aucun agent n'est en congé

Avec une équipe dimensionnée pour une personne en congé, pendant les jours où personne n'est en congé, il y a une surcapacité par rapport aux besoins fixes. Le principe est de redistribuer le temps équitablement parmi tous les salariés.

- Les cycles journaliers de  $N$  jours peuvent être rallongés à  $N+1$  jours. Ce jour supplémentaire peut prendre des valeurs spéciales et variables.

- Une ressource effectuant les cycles hebdomadaires doit être affectée au code « Volant » ou repos. Comme les intervalles sont tous d'une semaine, on n'a pas à créer de nouveaux cycles.

- Contrainte du travail « essentiel »

Avant le départ en congés, on demande aux agents effectuant un cycle journalier de faire les trois premiers codes qui constituent l'élément essentiel du cycle journalier car les autres codes sont du repos :

$$R_i \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline V_0 & V_0 & V_0 & V_0 & S_1 & S_2 & S_3 & C_A & C_A & C_A & \dots & C_A & C_A & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ \hline \end{array}$$

Figure 4.50. Travail essentiel dans un cycle de 5 jours

### 4.2.3 La relaxation de contraintes

Afin de produire des solutions même si les contraintes spécifiées sont en contradiction, nous devons les relaxer.

- Relaxation via le code « Volant »

Suivant le cycle utilisé, le code « volant » peut suivre et succéder tous les codes du cycle.

- Relaxation des contraintes de cycle journalier

Dans les contraintes journalières, afin de permettre aux ressources de prendre leurs congés après un repos hebdomadaire, il est admissible que le cycle soit déformé localement : le cycle peut être rallongé ou raccourci. Par exemple:

$$\begin{aligned} S_1-S_2-S_3-S_4-S_5. &\rightarrow S_1-S_2-S_3-S_5 \\ S_1-S_2-S_3-S_4-S_5. &\rightarrow S_1-S_2-S_3-S_4-S_4-S_5. \\ S_1-S_2-S_3-S_4-S_5. &\rightarrow S_1-S_2-S_3-S_4-S_4-S_4-S_5. \end{aligned}$$

Dans la Figure 4.48, il y a un problème le jour 22 lorsque la ressource  $R_2$  serait normalement affectée au code  $S_1$  au retour de congés. Cependant la ressource  $R_1$  est aussi affectée à  $S_1$  suivant le cycle. La solution consiste à relaxer la contrainte de cycle, donnant deux adaptations locales  $S_1-S_2-S_3-S_5$  et  $S_1-S_2-S_3-S_4-S_4-S_5$ . Nous remarquons que la contrainte de charge est respectée. La contrainte de repos journalier doit être prise en compte dans la définition des possibilités de rallonge ou de raccourci.

- Relaxation des contraintes de congés

Dans les cycles hebdomadaires, les contraintes de congés provoquent des problèmes semblables lorsque les congés durent un nombre pair de semaines. Il n'est pas possible de relaxer la contrainte de cycle qui garantit un week-end de repos sur deux. La solution admise est d'avancer ou de reculer les congés 1 ou 2 semaines, exception faite pour les congés d'été qui sont définitivement fixes.

### 4.3 LE MODELE ET SON IMPLANTATION

Nous présentons d'abord notre modèle permettant d'unifier les cycles journaliers et hebdomadaires. Dans la suite du document, on ne traite plus que des cycles hebdomadaires. Nous utiliserons le terme cycles hebdomadaires dans un sens plus général : l'horizon du cycle peut comprendre un nombre de jours  $> 2$  et pas forcément un multiple de 7.

On présente une contrainte fondamentale : les contraintes de transition dénotée par  $X \rightarrow Y$ . Cette contrainte spécifie que la valeur Y peut suivre la valeur X sur deux intervalles consécutifs pour la même ressource. On montre comment réécrire les différentes contraintes du problème en terme de ces contraintes.

Enfin, nous montrons comment implanter ces transitions utilisant la contrainte globale *séquence*. Dans les listings qui suivent, le code hebdomadaire  $W_i$  aura la valeur  $i+1$ , le code  $W_0$  dénote les congés (valeur=0) et  $W_{V0}$  dénote "Volant" avec la valeur 1.

#### 4.3.1 La construction d'un cycle hebdomadaire

**Exemple :** A partir d'un cycle à 5 jours ( $S_1, S_2, S_3, S_4$  et  $S_5$ ), construisons un cycle hebdomadaire à 4 jours. Nous utilisons les codes  $S_1, S_2, S_3, S_4$  pour le code  $W_1$ . Si l'affectation du dernier jour de la rangée  $i$  est  $S_k$ , alors sur la rangée  $i+1$ , la première affectation doit être  $S_{k+1}$  (ou  $S_1$ , si  $k = N$ ). La figure 4.51 montre le cycle résultant où le cycle journalier est déroulé 4 fois.

	1	2	3	4
$W_1$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$W_2$	$S_5$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$W_3$	$S_4$	$S_5$	$S_1$	$S_2$
$W_4$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_1$
$W_5$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$

Figure 4.51. Transformer un cycle à 5-jours en un cycle hebdomadaire de 4 jours.  
La contrainte de charge est toujours respectée chaque jour.

A partir d'un même cycle journalier, cette méthode peut aussi générer des cycles à 5 ressources à 3, 5 or 6 jours. Pour simplifier la description des contraintes, nous limitons nos exemples aux codes  $W_1 \dots W_5$  de semaine de 4 jours dans cette note. L'application génère ces codes au vol et les relie ensemble avec les contraintes appropriées.

**Théorème :** Soit un cycle journalier de N jours et soit K un entier positif strictement inférieur à N. Construisons un cycle hebdomadaire sur K jours et pour N ressources de la manière suivante :

- Le code  $W_1$  est constitué des K premiers codes du cycle
- Soit  $S_i$  la dernière vacation du code  $W_i$ . Le code  $W_{i+1}$  est obtenu avec les K codes  $S_{((i+1) \bmod N) + 1}, \dots, S_{((i+K) \bmod N) + 1}$

Le cycle hebdomadaire ainsi obtenu est constitué de codes  $W_i$  qui respectent la contrainte de cycle :  $W_i \rightarrow W_{i+1}$  (pour  $i=1, \dots, N-1$ ) et  $W_N \rightarrow W_1$ .

Cette méthode d'agrégation exige la décomposition de l'horizon de planification  $N_{total}$  intervalles en un nombre d'intervalles de la bonne taille. Comme la construction de cycle ignore les congés pendant la semaine, tous les intervalles y compris les congés, doivent tomber en un nombre entier d'intervalles de la taille correspondante. Soit  $NB_P$  le nombre d'intervalles de longueur  $P$ , la condition est

$$N_{total} = NB_{N-1} * (N-1) + NB_{N+1} * (N+1) + NB_{N+2} * (N+2)$$

On rappelle que  $N$  est le nombre d'intervalles du cycle. La condition exprime que la somme des durées en cycle de longueur  $N-1$ ,  $N+1$  et  $N+2$  couvre bien l'horizon  $N_{total}$ .

### 4.3.2 Implantation de la contrainte de cycle

Les contraintes de cycles hebdomadaires sont créées en vérifiant que les successions des vacances journalières du dernier jour d'un code hebdomadaire et le premier jour du code hebdomadaire suivant. Les codes journaliers au sein d'un code hebdomadaire doivent respecter les contraintes de succession. Dans la semaine de 4 jours, la contrainte de cycle est représentée par la suite de transitions  $W_1 \rightarrow W_2$ ,  $W_2 \rightarrow W_3$ ,  $W_3 \rightarrow W_4$ ,  $W_4 \rightarrow W_5$  et  $W_5 \rightarrow W_1$ . Les patterns sont :

```
Pats = [[sum,1,#=[,2]], [sum,1,#\=[,3]],           % W1 -> W2
        [sum,1,#=[,3]], [sum,1,#\=[,4]],           % W2 -> W3
        [sum,1,#=[,4]], [sum,1,#\=[,5]],           % W3 -> W4
        [sum,1,#=[,5]], [sum,1,#\=[,6]],           % W4 -> W5
        [sum,1,#=[,6]], [sum,1,#\=[,2]]]           % W5 -> W1
```

Listing 1. Patterns pour les contraintes de cycle dans un cycle de période 5

Dans le cas des cycles journaliers, lorsque plusieurs cycles hebdomadaires de différents horizons sont utilisés, les contraintes de cycle doivent être créées pour chaque cycle.

### 4.3.3 Implantation des contraintes de charge

La contrainte globale `among` est utilisée directement pour réaliser la contrainte de charge pour tout intervalle  $j$ . Elle prend en compte toutes les demandes simultanément et agit sur les variables de toutes les ressources 1 à  $R$  :

```
among([N1,..., Nn], [V1,j, ..., V R ,j], zeros R, [[S1],...,[SN]], all)
```

Listing 2. Contrainte de charge

Rappel :  $N_i$  est le nombre demandé des valeurs  $S_i$ , l'une des valeurs possibles des variables  $V$ , `zeros R` est une liste de  $R$  zéros demandés par la contrainte. La contrainte exige qu'il y ait exactement le nombre  $N_i$  de variables  $V_{1,j}, \dots, V_{R,j}$ . prend la valeur  $S_i$ , pour tout  $i$  simultanément.

### 4.3.4 Implantation des contraintes de repos journalier

Dans l'exemple de la figure 4.51,  $S_3$  (nuit) doit être suivi par  $S_4$  (repos); donc il faut ajouter la transition  $W_2 \rightarrow W_3$  parce que  $W_2$  finit en  $S_3$  et seul  $W_3$  démarre avec  $S_4$  parmi les codes semaines. Cette transition doit être ajoutée aux cas où des cycles supplémentaires sont créés. Voir Listing 4.

### 4.3.5 Implantation des contraintes de congés annuels

Dans la semaine de 4 jours, si  $S_5$  est le jour de repos hebdomadaire alors la transition journalière  $S_5 \rightarrow 0$  est réécrit en transition hebdomadaire  $W_5 \rightarrow W_0$  puisque  $S_5$  est placé à la fin de la semaine  $W_5$ . Si  $S_4 \rightarrow 0$  est permise, alors la transition  $W_1 \rightarrow W_0$  est aussi permise. Le premier jour après les congés ne peut être un repos. Cela veut dire que la transition  $W_0 \rightarrow W_5$  n'est pas permise. Il suffit d'exclure cette transition car seules les transitions permises sont énumérées. Après les congés, certaines vacances journalières sont hautement préférables, notamment  $S_1$ . Par conséquent, on admet la transition  $W_0 \rightarrow W_1$  comme  $W_1$  débute avec  $S_1$  dans l'exemple.

```
Pats = [
  [sum,1,#=[0]], [sum,1,#\=[0,2]],      % W0 → W0 and W1
  [sum,1,#=[2]], [sum,1,#\=[3]],        % W1 → W2
  [sum,1,#=[3]], [sum,1,#\=[4]],        % W2 → W3
  [sum,1,#=[4]], [sum,1,#\=[5]],        % W3 → W4
  [sum,1,#=[5]], [sum,1,#\=[6]],        % W4 → W5
  [sum,1,#=[6]], [sum,1,#\=[0,2]]      % W5 → W0 and W1
]
```

Listing 3. Patterns pour implanter les contraintes de cycle et de congés annuels

### 4.3.6 Implantation des contraintes supplémentaires

- Contraintes lorsqu'aucun agent n'est en congé

Dans le cas des cycles journaliers, un cycle de N jours est transformé en cycle de (N+1) jours. Le code supplémentaire est dénoté N+1, ex.  $S_6$  dans notre exemple. On peut calculer les variants de ce cycle étendu sur des horizons de différentes tailles, à l'instar d'un cycle de N jours.

	1	2	3	4	5
$W_6$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$
$W_7$	$S_6$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$W_8$	$S_5$	$S_6$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$W_9$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_1$	$S_2$
$W_{10}$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_1$
$W_{11}$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$

Figure 4.52. Rallonger un cycle de 5 jours en un cycle de 6 jours ( $W_6$ -  $W_{11}$ )

Ici, les contraintes de cycle sont  $W_6 \rightarrow W_7, \dots, W_{11} \rightarrow W_6$ . Afin de permettre l'utilisation d'un cycle de N jours suivis par un cycle de N+1 jours par des variables successives, on doit vérifier la contrainte de repos journaliers pour le dernier jour du premier cycle et le premier jour du second cycle. Par exemple si la transition  $S_4 \rightarrow S_5$  est admise, il faut ajouter les transitions suivantes:  $W_1 \rightarrow W_8$  (car  $W_1$  finit par  $S_4$  et  $W_8$  débute par  $S_5$ ), qu'on complète avec  $W_2 \rightarrow W_9, W_3 \rightarrow W_{10}, W_4 \rightarrow W_{11}, W_5 \rightarrow W_7$ , et  $W_0 \rightarrow W_6$ .

Inversement, pour permettre le cycle de N+1 jours à suivre le cycle de N jours, il faut ajouter  $W_6 \rightarrow W_1$ ,  $W_7 \rightarrow W_2$ ,  $W_8 \rightarrow W_3$ ,  $W_9 \rightarrow W_4$ ,  $W_{10} \rightarrow W_5$ , et  $W_{11} \rightarrow W_0$ . Les patterns sont résumés dans le Listing 4. Cette méthode peut aussi permettre l'utilisation de différents cycles suivant les périodes différentes, par exemple été et hiver.

```
Pats = [
    %N-day cycle
    [sum,1,#=[2]], [sum,1,#\=[1,3,9]], %W1 → WSP,W2,W8
    [sum,1,#=[3]], [sum,1,#\=[1,4,10]], %W2 → WSP,W3,W9
    [sum,1,#=[4]], [sum,1,#\=[1,5,11]], %W3 → WSP,W4,W10
    [sum,1,#=[5]], [sum,1,#\=[1,6,12]], %W4 → WSP,W5,W11
    [sum,1,#=[6]], [sum,1,#\=[0,1,2,8]] %W5 → W0,WSP,W1,W7
    %(N+1)-day cycle
    [sum,1,#=[7]], [sum,1,#\=[1,2,8]], %W6 → WSP,W1,W7
    [sum,1,#=[8]], [sum,1,#\=[1,3,9]], %W7 → WSP,W2,W8
    [sum,1,#=[9]], [sum,1,#\=[1,4,10]], %W8 → WSP,W3,W9
    [sum,1,#=[10]], [sum,1,#\=[1,5,11]], %W9 → WSP,W4,W10
    [sum,1,#=[11]], [sum,1,#\=[1,6,12]], %W10 → WSP,W5,W11
    [sum,1,#=[12]], [sum,1,#\=[0,1,7]] %W11 → W0,WSP,W1
]
Listing 4. Patterns pour le cycle de (N+1) jours
```

- **Contrainte du travail essentiel**

Dans les cycles journaliers avec volant avant les congés, afin d'intégrer les vacances essentielles (S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>-S<sub>3</sub>) avant les congés, nous avons créé un cycle spécifique de 3 jours, décrit ci-après, et affecté avant le départ en congés.

	1	2	3
W <sub>12</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
W <sub>13</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>
W <sub>14</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
W <sub>15</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
W <sub>16</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>

Figure 4.53. Cycle hebdomadaire sur 3 jours, déduit du cycle journalier de 5 jours

Ces nouvelles vacances (W<sub>12</sub> etc.) doivent être connectées aux autres cycles tout en respectant le repos journalier :  $W_{12} \rightarrow W_0$ ,  $W_1 \rightarrow W_{13}$  (car  $S_4 \rightarrow S_5$ ),  $W_2 \rightarrow W_{14}$ , etc.

### 4.3.7 La relaxation des contraintes

- **Relaxation via le code « Volant »**

Il suffit d'ajouter la valeur du code volant dans le domaine des variables et introduire les patterns suivants :

```
Pats = %WEEKLY CYCLES
[[sum,1,#=[0]], [sum,1,#\=[0,1,6]],
 [sum,1,#=[1]], [sum,1,#\=[0,1,2,...,6]], % CodeVolant suit tous les codes
 ... ]

Pats = %DAILY CYCLES
[sum,1,#=[0]], [sum,1,#\=[0,1,7]], %W0 → W0,WVO,W6
[sum,1,#=[1]], [sum,1,#\=[0,1,2, ..., 12]], % Code volant suit tous les codes

Listing 5. Relaxation de contraintes avec le code « Volant »
```

## Le déroulement des cycles

- Relaxation des contraintes de cycle journalier

Afin de déformer le cycle journalier, il suffit d'autoriser des contraintes de transitions supplémentaires, permettant de rallonger et de raccourcir le cycle. Considérons le cas de la transition autorisée  $S_3 \rightarrow S_5$ . Au niveau de la semaine, en plus de la transition habituelle  $W_2 \rightarrow W_3$ , nous autorisons les transitions  $W_2 \rightarrow W_2$  et  $W_2 \rightarrow W_8$ . Le système cherchera sur toutes les transitions autorisées pour trouver l'ensemble des valeurs satisfaisant ces contraintes.

Le pattern correspondant dans `Pats` est `[[sum,1,#=,[3]], [sum,1,#\=,[1,3,4,9]]]`. De la même façon, pour rallonger le cycle il faut autoriser la transition  $S_4 \rightarrow S_4$ , ce qui nous permet de créer les relaxations au niveau hebdomadaire.

Ainsi la déformation du cycle peut intervenir entre deux intervalles. Plus il y a d'intervalles, plus le système s'assouplit. Si l'horizon de planification est découpé en intervalles d'un jour, la souplesse est maximale, mais les résultats peuvent devenir très aléatoires et les utilisateurs ne reconnaîtront plus le cycle.

- Relaxation des contraintes de congés

Dans les cycles hebdomadaires, lorsqu'une ressource  $i$  est définitivement affectée aux congés la semaine  $j$ , alors la variable  $V_{i,j}$  est affectée à la valeur 0. Quand un congé peut être affecté à la semaine  $j$ , et potentiellement avancé ou retardé d'un intervalle, alors le domaine des trois variables candidates  $j-1$ ,  $j$ ,  $j+1$  contiendront la valeur 0, en plus des autres valeurs possibles. La contrainte suivante est nécessaire afin d'affecter le bon nombre de semaines de congés; elle spécifie que le nombre de variables avec la valeur 0 parmi les variables candidates est exactement  $N_0$ :

```
among([No], [Vi,j-1, V(i, j), Vi,j+1], Zeros3, [[0]], all)
```

Listing 6. Contrainte sur le nombre total des congés

Quand les congés durent les trois semaines  $j$ ,  $j+1$  et  $j+2$ , et lorsqu'ils peuvent être avancés ou retardés d'un intervalle, l'intervalle  $j$  est définitivement en congés. Malheureusement dans le cas des cycles journaliers, comme la période avant congé pourrait avoir une taille différente des périodes après les congés, cette méthode ne peut pas être appliquée.

Remarque : cette technique distinguant la partie dure et la partie « floue » est très utilisée dans la PPC.

## 4.4 LA RECHERCHE DE SOLUTIONS

### 4.4.1 La génération de solutions

Nous utilisons une méthode très simple de labelling d'un intervalle  $j$  à la fois et de la gauche vers la droite. Pour chaque intervalle  $j$ , les variables correspondant à toutes les ressources sont énumérées afin de satisfaire les contraintes de charge et la contrainte de cycle. Les variables de l'intervalle sont sélectionnées par l'heuristique suivante :

- Choix de la variable avec le domaine le plus restreint
- Choix des valeurs dans l'ordre croissant

La stratégie de la gauche vers la droite facilite le traitement de nombreuses contraintes de transition générées à la volée. Il y a retour en arrière sur des intervalles différents pour satisfaire la contrainte de cycle.

### 4.4.2 Les conditions nécessaires de congés annuels

Une première condition nécessaire que doit satisfaire la constitution d'une équipe hebdomadaire est que chaque ressource puisse prendre tous ses congés (soit 7 semaines en tout). Dans une équipe de  $N+1$  ressources, compte tenu des 52 semaines par an, amputées de 3 semaines pour l'organisation manuelle pour les fêtes de fin d'année, il faut que

$$(N+1) * 7 \leq 49, \text{ soit } N \leq 6$$

Dans des équipes où au plus deux ressources peuvent être en congés simultanément, la condition est  $N \leq 12$ .

Dans le traitement des *cycles hebdomadaires*, certains jeux de données n'admettent pas de planning. J'ai mis au point un modèle hebdomadaire pour analyser ce phénomène. Ce modèle ne contient que deux codes  $W_1 = I$  pour les semaines impaires et  $W_2 = P$  pour les semaines paires. La condition nécessaire mais insuffisante pour que les besoins soient respectés dans ce modèle est qu'il y ait chaque semaine, un même nombre de  $W_1$  et  $W_2$ .

R <sub>1</sub>	V <sub>0</sub>	CA	CA	CA	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>										
R <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	CA	CA	CA	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>								
R <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	CA	CA	CA	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>
R <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	CA	CA	CA	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>								
R <sub>5</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	CA	CA	CA	V <sub>0</sub>										

Figure 4.54. Modèle Pair/Impair de  $N=4$  pour 3 semaines de congés annuels

Figure 4.54 est un tel planning pour  $N=4$ , pour un nombre **impair** de semaines de congés annuels. On suppose que les congés sont pris selon un ordre chronologique (sinon, il suffit de changer l'ordre des lignes). La contrainte des congés annuels (week-end en repos avant départ en congés) est interprétée par une semaine paire avant la semaine CA. Lorsqu'il n'y a pas de CA, une équipe est désignée Volante à tour de rôle.

Dans le cas d'un nombre pair de congés annuels, comme le montre la Figure 4.55, lorsque les ressources sont en congés à tour de rôle de façon continue, les besoins par



## 4.5 NOS RESULTATS ET CONCLUSIONS

### 4.5.1 Résultats théoriques et une justification de la PPC

Nous avons proposé un modèle des cycles permettant d'unifier les cycles journaliers et les cycles hebdomadaires. Il agrège les données sur l'axe du temps : l'intervalle de temps peut ainsi représenter plusieurs jours voire des semaines. A l'intérieur d'un intervalle, le cycle est déroulé de façon parfaite sans relaxation. Cette technique facilitera le traitement d'horizon d'une année, voire plus. Il serait capable de traiter des horizons de 3 ans, et de prendre en compte des contraintes nouvelles telles que la suivie de carrière, la formation continue, etc.

Nous avons mis en évidence la contrainte transition qui permet de modéliser les contraintes du problème du déroulement des cycles hebdomadaires, ainsi que la relaxation. Ces mêmes contraintes peuvent être utilisées pour intégrer des cycles différents applicables aux différentes périodes de l'année.

Nous avons montré comment mettre en œuvre les contraintes globales dynamiquement, à partir des données du problème, y compris la relaxation. Dans le déroulement des cycles journaliers, la PPC a été nécessaire parce qu'il faut *déformer* progressivement le cycle afin de permettre aux agents de partir en congés suite à un repos hebdomadaire.

De même, le déroulement des cycles hebdomadaires avait besoin de la PPC parce qu'on ne sait pas a priori comment déplacer les congés annuels autour du cycle.

### 4.5.2 Une application complète et indépendante

Les concepts de la planification cyclique basée sur des cycles de travail sont implantés dans l'application MOSAR. Divers aspects systèmes ont été implantés, par ex. la saisie des paramètres de résolution, l'édition des cycles et l'affichage du planning résultant ainsi que les statistiques pour chaque ressource. Le système de résolution est bâti avec les contraintes globales **among** et **sequence** du système CHIP V5. Ce dernier s'avère très utile pour l'implantation des méthodes de relaxation des contraintes. L'application a été livrée avec 14 cycles journaliers et hebdomadaires qui peuvent être déroulés suivant les paramètres standards. Elle est exploitée sur plusieurs sites en France depuis début 1999 afin de produire des plannings annuels pour jusqu'à 150 personnes à la fois. Le solveur a été capable de produire des plannings pour des cycles complexes où l'énumération est limitée aux cinq premiers jours, le reste du problème étant résolu par propagation de contraintes sur 20 secondes sur un Pentium I @ 200Mhz.

Notre expérience montre que le déroulement de cycles de travail est un problème complexe. Tout en respectant les contraintes de charge, les cycles doivent être adaptés autour des absences prévues de type congés annuels ou de formation et donnant des repos hebdomadaires avant chaque départ en congés. La relaxation des contraintes est nécessaire pour obtenir des plannings satisfaisants.

L'un des avantages majeurs d'un outil de déroulement cyclique dans l'organisation du travail est la souplesse obtenue par la combinaison de plusieurs cycles adaptés à

## Le déroulement des cycles

chaque type de besoin en charge. Les cycles ont été conçus pour donner un bon équilibre entre le travail et le repos. Il faut en disposer d'un nombre suffisant afin de répondre à nombreuses situations telles que les salariés administratifs, les gardiens opérationnels ou les officiers. Notre expérience montre que les cycles hebdomadaires peuvent être déroulés parfaitement (la seule relaxation étant les dates de congés) alors que les cycles hebdomadaires exigent la relaxation du cycle, rompant ainsi l'équilibre du cycle.

Le travail cyclique permet de partager toutes les activités de l'établissement sur l'ensemble du personnel et encourage une certaine paix sociale. Les cycles de travail sont un progrès social dans l'organisation du travail en continu qui encourage l'esprit d'équipe, en partageant toutes les activités, même celles qui sont les moins appréciées telles que les vacations de nuit, le week-end ou les jours fériés. Les cycles permettent aux salariés de mieux planifier leur vie sociale.

### **4.5.3 Conclusion**

Ce travail m'a permis de comprendre la problématique de la planification cyclique, déchirée entre le souhait d'un rythme de travail équilibré et le souhait de respecter des impératifs humains. Il a fallu analyser, trancher, mettre en évidence des mécanismes de relaxation, et réaliser les programmes permettant de les mettre en œuvre.

Plus généralement, j'ai pu constater que les mêmes contraintes peuvent se représenter sur différents niveaux d'agrégation (par ex. la contrainte de repos journalier dans un cycle hebdomadaire). De ce travail est née l'idée que les différents niveaux d'agrégation peuvent coexister et même cohabiter au sein d'un même système de planification. Le modèle à multiples niveaux sera présenté au chapitre suivant.

**CYCLE CAN3.3 – Organisation des congés individuellement**

Le Cycle CAN3.3 est un cycle journalier de 6 jours. Il est défini par la suite :  
 MN<sup>19</sup>+DN+RH+RH+S+(X)

X est une journée variable ayant pour moitié C/S et l'autre moitié M/C. Si le nombre de gardes est impair, ce dernier est affecté à C.

DAP/SD2 MDSAR 1.20 -- date/CYCLE CAN 3.3.mse																																					
Fichier n°		Edition n°		Population n°		Planification n°		Résultats n°		Outils n°		Dev n°		Aide n°		Vos Coordonnées																					
Affecter :		Affecter		Planifié		Vos Planning		Escapes		Agents		Repos sur :		Planning Agents																							
Noms 1/1000		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	H+	H-			
33.3 Eq1 Ag 1	DN	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	022+000			
33.3 Eq1 Ag 2	DN	DN	RH	C	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	019+000			
33.3 Eq1 Ag 3	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq1 Ag 4	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq1 Ag 5	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq1 Ag 6	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq2 Ag 1	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	022+000		
33.3 Eq2 Ag 2	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	019+000		
33.3 Eq2 Ag 3	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq2 Ag 4	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	021+000		
33.3 Eq2 Ag 5	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq2 Ag 6	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq3 Ag 1	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	028+000		
33.3 Eq3 Ag 2	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	007+000		
33.3 Eq3 Ag 3	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq3 Ag 4	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq3 Ag 5	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	033+000		
33.3 Eq3 Ag 6	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	020+000		
33.3 Eq4 Ag 1	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	020+000		
33.3 Eq4 Ag 2	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	004+000		
33.3 Eq4 Ag 3	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	011+000		
33.3 Eq4 Ag 4	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	017+000		
33.3 Eq4 Ag 5	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	023+000		
33.3 Eq4 Ag 6	DN	DN	RH	S	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	019+000		
33.3 Eq5 Ag 1	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	018+000
33.3 Eq5 Ag 2	M	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	004+000
33.3 Eq5 Ag 3	C/N	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	013+000	
33.3 Eq5 Ag 4	C/N	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	007+000	
33.3 Eq5 Ag 5	C/N	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	019+000	
33.3 Eq5 Ag 6	C/N	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	S	C/S	MN	DN	RH	RH	000+000	011+000	
33.3 Eq6 Ag 1	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	022+000	
33.3 Eq6 Ag 2	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	022+000	
33.3 Eq6 Ag 3	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	003+000	
33.3 Eq6 Ag 4	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	003+000	
33.3 Eq6 Ag 5	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	011+000	
33.3 Eq6 Ag 6	M	DN	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	000+000	011+000	

<sup>19</sup> MN = Matin entre 7 H et 15H, et Nuit entre 23H et 7H  
 DN = Descente de Nuit (repos compensatoire après le travail de nuit)  
 M = Matin  
 RH = Repos Hebdomadaire  
 S = Soir (entre 15H et 23H)  
 C = Coupure (Journée)  
 M/C et C/S sont des vacances Matin et Soir incluant Coupure (l'heure de repas du midi)

Le déroulement des cycles

### CYCLE CAN3.2 – Organisation des congés par équipe

Le Cycle CAN3.2 est un cycle journalier de 6 jours. Il est défini par la suite :  
MN+DN+RH+S+(X)

Pour l'exécution du code horaire X, une moitié de l'équipe effectue le Matin (M) et l'autre moitié le Soir (S). Ces deux codes ont le même nombre d'heures travaillées.

Code Horaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
M																														
S																														
MN																														
DN																														
RH																														
CA																														

Afin de partir en congés annuels CA après le RH, on attribuerait des suites S+S, S+S+S et S+S+S+S. Les besoins journaliers sont près toujours respectés.

## Cycle CH12

Définition du cycle sur 12 semaines :

The screenshot displays a software window titled "DAP/SD2 MOSAN 1.20 - dataCYCLE CH 12.exe". The interface is divided into several sections:

- Top Menu:** Fichier, Edition, Préparation, Planification, Résultats, Outils, Aide.
- Toolbar:** Afficher, Personnaliser, Vue Planning, Equipes, Agents, Retour sur, Vue Courante, Validation cycle.
- Table:** A grid showing the schedule for 12 teams (Equipe 1 to 12) over 12 weeks. Each cell contains a letter representing the team's status for that week. For example, Equipe 1 starts with 'B' in week 1, 'MH' in week 2, 'DH' in week 3, and so on.
- Configuration Panel:**
  - Nom de cycle:** CH12
  - Mode:** cycle réglementaire (non modifiable)
  - Rotation (jours):** [Empty field]
  - Nb d'équipes:** [Empty field]
  - Intégration de VO:** 00 (70%)
  - Intégration des CA:** [Empty field]
  - Annulation:** [Empty field]
  - Statut:** [Empty field]
  - Amplitudes des codes horaires:**
    - code M: 08:00
    - code C: 10:00
    - code S: 07:00
    - code H: 12:00
    - code MC: 10:00
    - code CS: 10:00
    - code PF: 07:48
    - code VO: 09:00
    - Retire: 00:00
  - Évaluation temporelle:**
    - Durée moyenne hebdomadaire: [Empty field]
    - Durée minimale hebdomadaire: [Empty field]
    - Durée maximale hebdomadaire: [Empty field]
    - Durée moyenne mensuelle: [Empty field]
    - Durée minimale mensuelle: [Empty field]
    - Durée maximale mensuelle: [Empty field]
  - Buttons:** Contrôle de cohérence, Annulation, Enregistrement.

Appliqué à 14 ressources, il y aura au plus deux en congés à un moment donné. Il n'y a 2 semaines volantes (ou marge) sur 50 semaines, comme le montre la solution trame ci-dessous.

# Le déroulement des cycles

## Déroulement du CH12 sur 14 ressources

CH12 : Solution Trame pour 50 semaines

Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Eq01	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Eq02	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Eq03	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eq04	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3	4	5	6	7
Eq05	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3	4	5
Eq06	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	1	2	3
Eq07	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	
Eq08	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Eq09	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Eq10	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6
Eq11	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4
Eq12	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2
Eq13	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12
Eq14	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0

Solution trame pour 52 semaines

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Equipe 1	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	vo	0	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	vo	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	vo
Equipe 2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Equipe 3	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Equipe 4	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11
Equipe 5	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9
Equipe 6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7
Equipe 7	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5
Equipe 8	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Equipe 9	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	0	0	0	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Equipe 10	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6
Equipe 11	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2	3	4
Equipe 12	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12	1	2
Equipe 13	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	0	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0	0	0	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	11	12
Equipe 14	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	0	vo	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	0	vo	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	0	

En gris : les codes hebdomadaires de congés. Les chiffres 1 à 12 représentent des codes hebdomadaires. Vo est le code volant

## Le déroulement des cycles

CH12

DAP/SD2 MOSAR 1.20 --- data\CYCLE CH 12.mae ---																														
Fichier ▾		Edition ▾		Préparation ▾		Planification ▾		Résultats ▾		Outils ▾		Aide ▾																		
Affecter S		Afficher		Ecart		Vues Planning:		Equipes		Agents		Retour sur :		-		<		Vue Courante: Planning Agent												
H+	H-	Noms 2/1999	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
000H	014H	TEST18 Eq1 Ag	M	S	RH	S	S	MN	DN	RH	M	S	M	C	RH	RH	S	MN	DN	RH	S	S	M/S	M	RH	S	S	M	RH	RH
000H	006H	TEST18 Eq10 A	M	RH	S	MN	DN	RH	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	S	S	RH	S	S	MN	DN	
000H	023H	TEST18 Eq11 A	DN	RH	S	M	M	RH	RH	S	M	C	M	RH	M/S	S	M	RH	S	MN	DN	RH	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA
000H	001H	TEST18 Eq12 A	C	M	M	C	RH	M/S	MN	DN	RH	S	M	M	RH	RH	S	M	C	M	RH	M/S	S	M	RH	S	MN	DN	RH	RH
000H	000H	TEST18 Eq13 A	RH	S	M	S	M	RH	RH	C	M	M	C	RH	M/S	MN	DN	RH	C	C	C	RH	RH	C	C	RH	RH	C	C	RH
000H	001H	TEST18 Eq14 A	S	C	M	RH	MN	DN	M/S	RH	S	M	S	M	RH	RH	C	M	M	C	RH	M/S	MN	DN	RH	S	M	M	RH	RH
000H	010H	TEST18 Eq15 A	S	M	C	M	RH	M/S	S	M	RH	S	MN	DN	RH	RH	M	S	RH	S	S	MN	DN	RH	M	S	M	C	RH	RH
000H	002H	TEST18 Eq2 Ag	C	RH	C	C	M	RH	RH	M	S	RH	S	S	MN	DN	RH	M	S	M	C	RH	RH	S	MN	DN	RH	S	S	M/S
000H	008H	TEST18 Eq3 Ag	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	S	RH	S	M	M	RH	RH	S	M	C	M	RH	M/S	S
000H	024H	TEST18 Eq4 Ag	RH	S	MN	DN	RH	RH	RH	C	C	RH	RH	C	RH	RH	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA
000H	010H	TEST18 Eq5 Ag	MN	DN	RH	RH	S	M/S	M/S	RH	S	MN	DN	RH	RH	RH	S	C	M	RH	MN	DN	M/S	RH	S	M	S	M	RH	RH
000H	014H	TEST18 Eq6 Ag	S	MN	DN	RH	S	S	M/S	M	RH	S	S	M	RH	RH	MN	DN	RH	RH	S	M/S	M/S	RH	S	MN	DN	RH	RH	RH
000H	010H	TEST18 Eq7 Ag	RH	M	S	M	C	RH	RH	S	MN	DN	RH	S	S	M/S	M	RH	S	S	M	RH	RH	MN	DN	RH	RH	S	M/S	M/S
000H	010H	TEST18 Eq8 Ag	M	RH	S	S	M	RH	RH	MN	DN	RH	RH	S	M/S	M/S	RH	S	MN	DN	RH	RH	RH	S	C	M	RH	MN	DN	M/S
019H	000H	TEST18 Eq9 Ag	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CA	S	C	M	RH	MN	DN	M/S	RH	S	M	S	M	RH	RH	C	M	M	C	RH	M/S	MN

Ce cycle peut aussi se dérouler sur 15 ressources, donc avec au plus trois ressources en congés simultanément. Cela offre plus de marge ou de semaines volantes.